

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-180336

(43)公開日 平成6年(1994)6月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 1 R 27/26	C	8117-2G		
G 0 1 D 5/24	J	9208-2F		
G 0 1 L 1/14	A			
9/12		7269-2F		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 7 頁)

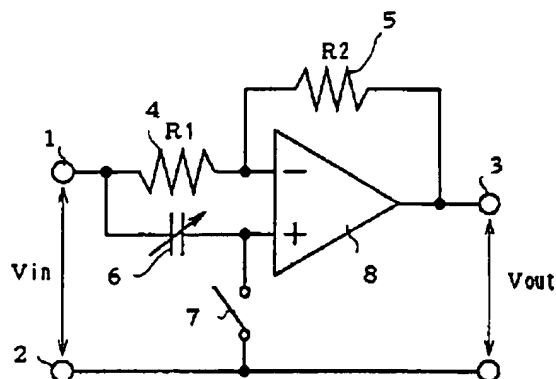
(21)出願番号	特願平4-353585	(71)出願人	000004260 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	平成4年(1992)12月14日	(72)発明者	野々山 林 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(74)代理人	弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 静電容量式物理量検出装置

(57)【要約】

【目的】 静電引力による電極の接触を防止するよう低電圧で駆動可能とする。

【構成】 入力端子1と演算増幅器8の反転入力端子との間に第1の抵抗4が接続され、反転入力端子と出力端子3との間に第2の抵抗5が接続されている。入力端子1と演算増幅器8の非反転入力端子との間に容量センサ6が接続され、非反転入力端子と共通端子2との間にスイッチ7が接続されている。スイッチ7を閉じて、容量センサ6を充電し、スイッチ7を開いた後、容量センサ6に加速度を印加する。加速度を印加する前後の出力電圧の差は、 $\Delta V = \{1 + (R2/R1)\} \cdot (\Delta C/C1) \cdot Vin$ となる。よって、第1の抵抗4と第2の抵抗5を適切に設定することで、入力電圧Vinが小さくとも、静電容量の変化率 $\Delta C/C1$ を大きく増幅することが可能となる。よって、容量センサ6の電極を静電力により接触させることがない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検出すべき物理量に応じて静電容量を変化させ、静電容量を電気信号に変換することにより、物理量を検出する静電容量式物理量検出装置において、第1の演算増幅器と、
入力端子と前記演算増幅器の反転入力端子の間に接続された第1の抵抗と、
前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続された第2の抵抗と、
前記入力端子と前記演算増幅器の非反転入力端子との間に接続された容量センサと、
前記演算増幅器の非反転入力端子と共通端子との間に接続された第1のスイッチ手段とを備え、前記演算増幅器の出力を出力端子に接続したことを特徴とする静電容量式物理量検出装置。

【請求項2】 検出すべき物理量に応じて静電容量を変化させ、静電容量を電気信号に変換することにより、物理量を検出する静電容量式物理量検出装置において、第1の演算増幅器と、
共通端子と前記演算増幅器の反転入力端子の間に接続された第1の抵抗と、
前記演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続された第2の抵抗と、
一端が前記共通端子に接続された容量センサと、
前記演算増幅器の非反転入力端子と前記入力端子と間に介在され、切替え動作により、前記入力端子と前記容量センサの他端とを接続し、又は、前記演算増幅器の非反転入力端子と前記容量センサの他端とを接続することが可能なスイッチ手段と、
を備え、前記演算増幅器の出力を出力端子に接続したことを特徴とする静電容量式物理量検出装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2における、演算増幅器、第1の抵抗、第2の抵抗、容量センサ、スイッチ手段で構成される回路Xにおいて前記容量センサを固定容量に交換した回路Yを設け、回路Xと回路Yとを入力側で並列接続し、出力側にそれぞれの出力を差動増幅する差動増幅器とを設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の静電容量式物理量検出装置。

【請求項4】 請求項1又は請求項2における、演算増幅器、第1の抵抗、第2の抵抗、容量センサ、スイッチ手段でされる回路Xにおいて前記容量センサを固定容量に交換した回路Yを設け、回路Xと回路Yとを入力側で並列接続し、前記回路Yの出力に回路Yの出力電圧レベルを検出し、所定レベルより低下した場合に、前記回路X及び前記回路Yのスイッチ手段を前記容量センサを充電する側に切り換える制御回路を設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の静電容量式物理量検出装置。

【請求項5】 前記回路Yの出力電圧レベルを検出し、所定レベルより低下した場合に、前記回路X及び前記回路

Yのスイッチ手段を前記容量センサを充電する側に切り換える制御回路を前記回路Yの出力に設けたことを特徴とする請求の範囲3に記載の静電容量式物理量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、静電容量型の物理量測定装置に関し、特に、微細加工にも対応できるセンサの回路構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体基板にギャップ及びダイアフラムを微細加工して、ギャップ間隔が、印加される物理量によって変化することを利用した静電容量型物理量測定装置が知られている。この装置は、ギャップ間隔が静電容量に反比例することから、静電容量の変化を電気信号に変換して物理量を検出するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、容量に電圧を印加して、容量変化を検出することから、容量センサを半導体の微細加工で形成するような場合には、印加電圧によりギャップに体面する電極が静電引力により接触するという問題がある。

【0004】 本発明は上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、静電引力により対抗する電極が接触しないように、低電圧で駆動可能とすることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

【0006】 本発明の構成は、演算増幅器を用いて容量センサの容量変化を検出するようにしたものであり、容量センサの演算増幅に対する接続に特徴がある。請求項1記載の発明は、演算増幅器を逆相増幅器として用いたものであり、第1の演算増幅器と、入力端子と演算増幅器の反転入力端子の間に接続された第1の抵抗と、演算増幅器の反転入力端子と出力端子の間に接続された第2の抵抗と、入力端子と演算増幅器の非反転入力端子との間に接続された容量センサと、演算増幅器の非反転入力端子と共通端子との間に接続された第1のスイッチ手段とを備え、演算増幅器の出力を出力端子に接続したことを特徴とする。

【0007】 又、請求項2記載の発明は、演算増幅器を正相増幅器として動作するように、容量センサを演算増幅の非反転入力端子に、スイッチ手段により初期充電と、放置とが可能なように接続したものである。

【0008】 又、請求項3記載の発明は、上記回路Xと、回路Xにおいて容量センサの代わりに固定容量とした回路Yとを用いて、回路Xと回路Yとを入力側で並列接続し、出力側を差動増幅器に接続したことを特徴とする。

【0009】 又、請求項4記載の発明は、上記の回路X

と回路Yとを入力側で並列接続し、回路Yの出力側にその出力電圧のレベルを判定し、そのレベルが所定レベルより低下した時に、回路Xと回路Yのスイッチ手段を容量センサ及び固定容量を充電する側に切り換える制御回路を設けたことである。

【0010】又、請求項5記載の発明は、請求項3記載の発明に、さらに、回路Yの出力側にその出力電圧のレベルを判定し、そのレベルが所定レベルより低下した時に、回路Xと回路Yのスイッチ手段を容量センサ及び固定容量を充電する側に切り換える制御回路を設けたことである。

【0011】

【作用及び発明の効果】スイッチ手段により、容量センサは初期電圧に充電され、測定時に、演算増幅器の非反転入力端子に接続される。この時、容量センサに充電された電荷は、演算増幅器の非反転入力端子に接続されていることから、電荷は放電されない。そして、物理量が容量センサに印加されると、容量センサの静電容量が変化し、容量センサの端子間電圧が変化する。この電圧変化分が、演算増幅器の反転入力端子に接続された第1の抵抗と、反転入力端子と出力端子間に接続された第2の抵抗とで決定される増幅率で増幅される。よって、容量センサには大きな電圧を印加する必要がないので、容量センサの対抗する電極が静電力により接触することが防止される。

【0012】請求項3記載の発明では、上述した作用効果の他に、差動増幅器を用いていることから、容量センサの容量変化量が、その時の信号のレベルとして現れるため、測定が容易となる。又、請求項4記載の発明では、容量センサに蓄積された電荷が放電して減少した場合には、制御回路の作動により、スイッチ手段が容量センサ及び固定容量を充電する方向に切り換えられ、初期充電が自動的に行われるので、使用性が向上する。

【0013】又、請求項5記載の発明では、請求項3記載の発明と請求項4記載の発明とを併せた構造であるため、信号レベルの直読ができ、容量センサの初期充電が自動的に行われるために使用性が良い。

【0014】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。

第1実施例

図1において、1は入力端子、2は共通端子、3は出力端子、8は演算増幅器である。入力端子1と演算増幅器8の反転入力端子との間に第1の抵抗4が接続されており、反転入力端子と出力端子3との間に第2の抵抗5が接続されている。又、入力端子1と演算増幅器8の非反転入力端子との間に容量センサ6が接続されており、非反転入力端子と共通端子2との間にスイッチ7が接続されている。この装置は、入力端子1と共通端子2との間に電圧Vinが印加され、出力端子3と共通端子2との間

の電圧Vout を出力信号として出力する装置である。

【0015】この容量センサ6は良く知られた半導体容量センサとして構成することができる。即ち、半導体基板上に微小ギャップを隔てたダイヤフラムと、微小ギャップの対抗面に電極を形成し、測定する物理量が圧力の場合に、この圧力をダイヤフラムに印加し、容量の変化で圧力を測定することができる。又、演算増幅器8も同一の半導体基板上に形成することもできる。

【0016】次に、本装置の動作について説明する。入力端子1と共通端子2の間には適当な定電圧Vinが印加され、共通端子2は接地されている。動作は充電期間と動作期間に分けられる。この装置では、充電期間は基準となる物理量が容量センサに印加されている。例えば、加速度センサでは、基準加速度（零を含む）が印加され、圧力センサでは基準圧力（大気圧、零圧力を含む）が印加されている。そして、スイッチ7がオフされた動作期間の任意時刻において、測定すべき物理量が容量センサに印加される。そして、その物理量の印加後の出力信号から物理量が測定される。

【0017】充電期間では、スイッチ7が閉じられ、容量センサ6の一方の端子が接地されるので、容量センサ6は電圧Vinにより充電される。この時、出力端子3の電圧Vout は、

【0018】

$$\text{【数1】 } V_{out} = -V_{in} \cdot R_2 / R_1$$

となる。

【0019】また、この時の容量センサ6の静電容量をC、容量センサ6に蓄えられた電荷量をQとすると

$$\text{【数2】 } Q = C \cdot V_{in}$$

となる。

【0020】動作期間ではスイッチ7が開かれる。この状態で物理量が変化しセンサの容量値がC1になったとすると、電荷量Qは変化しないため容量センサ6の両端にかかる電圧が変化し、その値をV1とすると、

$$\text{【数3】 } Q = C_1 \cdot V_1$$

となる。数2、数3より、

$$\text{【数4】 } V_1 = V_{in} \cdot C / C_1$$

となり、容量の変化に反比例することがわかる。また、この時の出力電圧をVout1とすると

$$\text{【数5】 } V_{out1} = V_{in} - V_1 - (R_2 / R_1) \cdot V_1 = \{1 - (1 + (R_2 / R_1)) \cdot (C / C_1)\} \cdot V_{in}$$

物理量が変化する前後の出力電位差は、数1、数5より、

$$\text{【数6】 } V_{out1} - V_{out} = \{1 + (R_2 / R_1)\} \cdot (1 - C / C_1) \cdot V_{in}$$

【0021】容量の変化量(C1 - C)をΔC、出力電圧の変化量(Vout1 - Vout)をΔVとすると、

$$\text{【数7】 } C_1 = C + \Delta C$$

$$\text{【数8】 } V_{out1} - V_{out} = \Delta V$$

数7、数8を数6に代入して、

5

【数9】 $\Delta V = [1 + (R2/R1)] \cdot (\Delta C/C1) \cdot Vin = G \cdot (\Delta C/C1) \cdot Vin$
 となる。 ΔV は入力電圧 Vin と増幅率 $G = 1 + (R2/R1)$ の値を適当に選択することで、 $\Delta C/C1$ を任意に増幅できる。

【0022】このように、 G を大きくすれば小さい電圧 Vin で済むので、容量センサを小型にした場合に、静電力による電極の接触を防止することができる。よって、高密度で集積した容量型物理量測定装置を製造することが可能となる。また、充電時に蓄えられた電荷量に変化しなければ、電源投入時に充電するのみで良いことや、充電時以外はスイッチ7は開閉動作をしないため低ノイズという特徴も有する。

【0023】第2実施例

本実施例は、第1実施例と異なり、正相増幅器として構成した点が異なる。共通端子2と演算増幅器8の反転入力端子との間に第1の抵抗4が接続されており、演算増幅器8の反転入力端子と出力端子3との間に第2の抵抗5が接続されている。そして、入力端子1と共通端子2との間にスイッチ7を介して、容量センサ6が配設されている。又、スイッチ7は、切替えにより、容量センサ6の一端を入力端子1に接続し、又は、演算増幅器8の非反転入力端子に接続する。この装置は、入力端子1と共通端子2との間に電圧 Vin が印加され、出力端子3と共通端子2との間の電圧 $Vout$ を出力信号として出力する装置である。

【0024】まず、充電期間において、スイッチ7はa端子とc端子とを接続する状態となり、容量センサ6に電圧 Vin により充電される。次に、測定期間において、スイッチ7は端子bと端子cとを接続する状態となる。この初期状態における $Vout$ は次式で表される。

【0025】

【数10】 $Vout = Vin(1 + R2/R1)$

次に、この状態から容量センサ6に物理量が印加されて、容量センサ6の静電容量が C から $C1$ に変化したとする。この時の出力 $Vout1$ は次式で表される。

【数11】

$Vout1 = Vin(1 + R2/R1)(C/C1)$

よって、出力電圧の変化 ΔV は、次式で表現される。

【数12】

$\Delta V = -Vin(1 + R2/R1)(\Delta C/C1)$

となる。

【0026】よって、第1実施例と同様に、利得 $G (= 1 + R2/R1)$ を適切に設定することによって、容量センサ6に印加する電圧 Vin を小さくしても、容量の変化率を増幅して観測することが可能となる。

【0027】第3実施例

本実施例は、第1実施例の回路を4端子回路網と見なした時、同様な回路X、Yを並列接続したものである。但し、回路Xと回路Yとで回路定数は等しく、回路Xは物

6

理量を印加する容量センサ6で構成するが回路Yは物理量により静電容量の変化しない固定容量6'が用いられている。又、出力側は、差動増幅器9により接続し、それぞれの出力 $VoutX$ と $VoutY$ とを差動増幅して出力 $Vout$ を得るようにしている。

【0028】このような構成の時、測定時の物理量が印加された状態で回路Xの出力は数5となり、回路Yの出力は容量が変化しないので数1となる。よって、差動増幅器9の出力 $Vout$ は、数9となる。このように、本実施例では、物理量の変化率が出力電圧の信号レベルにそのまま反映される。

【0029】第4実施例

第1の実施例では、容量センサ6の電荷量がスイッチ7や演算増幅器8の入力端子のリーク電流により徐々に減少する。第4の実施例の回路は、図4に示すように、第1の実施例の回路Xと同様な構成の回路Yを入力側のみ並列接続したものである。但し、回路Xと回路Yとで回路定数は等しく、回路Xは物理量を印加する容量センサ6で構成するが回路Yは物理量により静電容量の変化しない固定容量6'が用いられている。そして、回路Yは演算増幅器8'の出力が所定のレベルまで変化したことを感知してスイッチ7、7'を制御し、電荷量を初期化する制御回路10を付加した構造とした。このような構成とする事により電荷量の変化を感知して自動的に電荷量の初期化ができる。

【0030】第5実施例

第5実施例は、図3の第3実施例の回路に、図4の第4実施例の回路のように、容量センサ6と固定容量6'とを初期状態に充電する制御回路10を付加したものである。また、第3、第4、第5の実施例のようなスイッチの自動制御、差動増幅は第2の実施例にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかる装置を示した回路図。

【図2】本発明の第2実施例にかかる装置を示した回路図。

【図3】本発明の第3実施例にかかる装置を示した回路図。

【図4】本発明の第4実施例にかかる装置を示した回路図。

【図5】本発明の第5実施例にかかる装置を示した回路図。

【符号の説明】

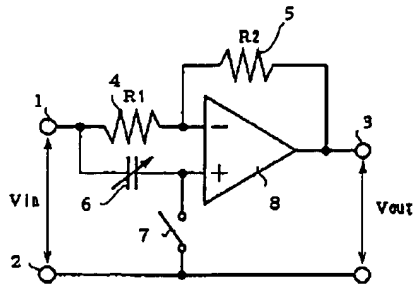
- 1…入力端子
- 2…共通端子
- 3…出力端子
- 4…第1の抵抗
- 5…第2の抵抗
- 8…演算増幅器
- 6…容量センサ

6' ...固定容量

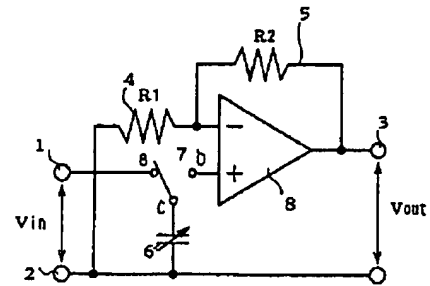
7

8

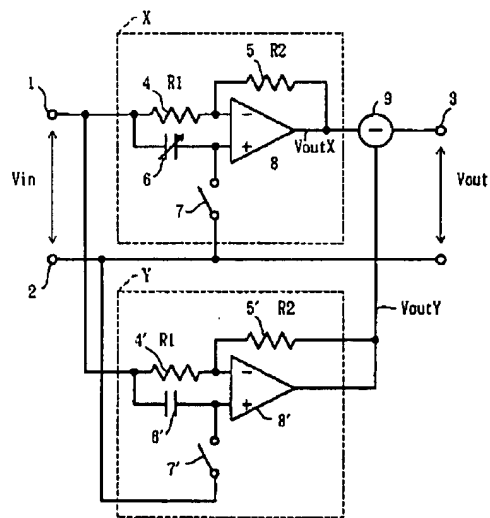
【図1】



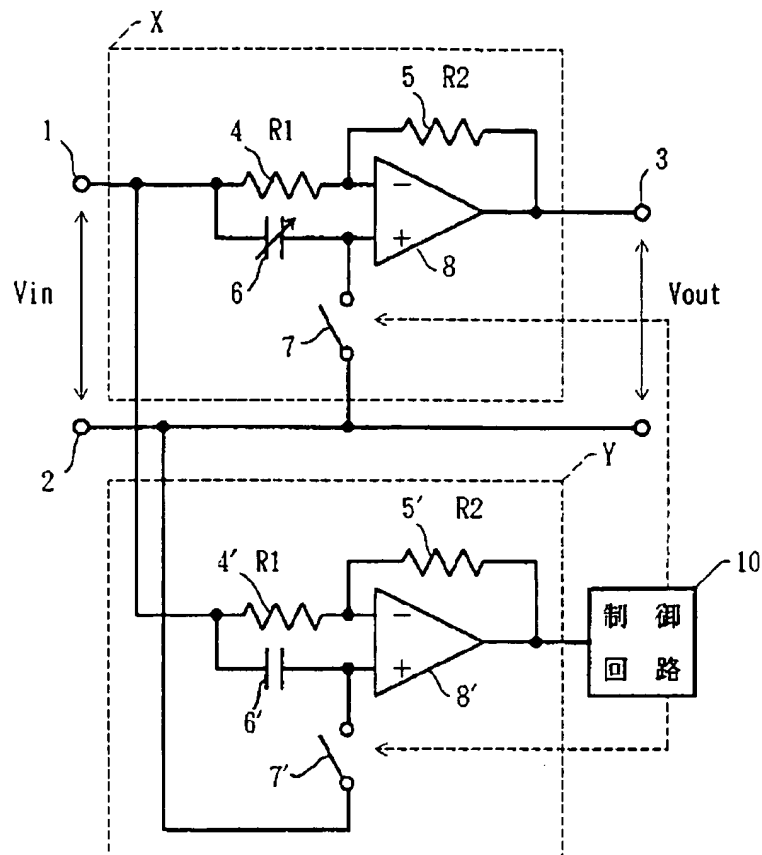
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

